



## ABSTRACT / ZUSAMMENFASSUNG / ABREGE

04251209.5

A control system comprises: a plurality of input devices; a plurality of remote output devices; a plurality of dedicated connections and a digital data network interconnecting the plurality of input devices and the plurality of remote output devices. Each one of the plurality of output devices is connected to one of the plurality of input devices by an associated one of the plurality of dedicated connections. Each output device is operable to detect an addressing error in the digital network by comparing a value of a parameter received via its dedicated connection with the value of the same parameter received via the digital data network. The addressing error can be fixed by selecting one of several pre-configured addresses based on comparing values transmitted by the dedicated connection and the digital data network.

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 199 21 589 A 1**

Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 04 L 12/403**  
H 04 M 3/18  
G 06 F 13/362

**21** Aktenzeichen: 199 21 589.8  
**22** Anmeldetag: 5. 5. 1999  
**43** Offenlegungstag: 16. 11. 2000

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

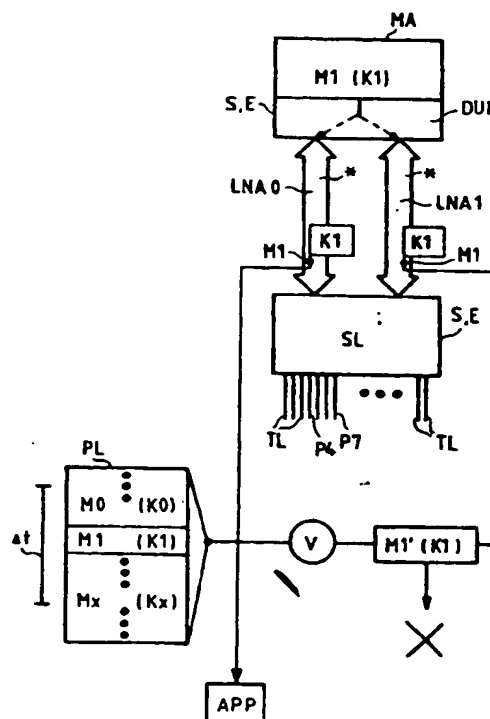
**(72) Erfinder:**  
Herzog, Christian, Dipl.-Inform., 13125 Berlin, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Betrieb eines Datenübertragungssystems

57 Ein aktiver Partner (MA) und ein passiver Partner (SL) kommunizieren über mehrere parallele Datenübertragungswege (LAN0, LAN1) durch wechselseitigen Austausch von Meldungen (M1). Dabei werden mehrere der zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege (LAN0, LAN1) initialisiert und gleichzeitig zum Meldungsaustausch im normalen Betriebsfall verwendet.



**DE 199 21 589 A 1**

**DE 199 21 589 A 1**

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Datenübertragung und betrifft den Betrieb eines Datenübertragungssystems mit einem aktiven, auch als Master bezeichneten Partner, einem passiven, auch als Slave bezeichneten Partner und mit redundanten Datenübertragungswegen, die auch als Kommunikationskanäle bezeichnet werden. Die Erfindung betrifft insbesondere den Betrieb eines Datenübertragungssystems zur übergeordneten Steuerung einer Ressourcen-Plattform bei Netzwerkverbindungen für die Telekommunikation.

Im Bereich verteilter intelligenter Netze können mittels einer Knotenarchitektur (sog. "Service Node Architektur") ein oder mehrere abhängige zu steuernde Rechner oder Datenverarbeitungseinrichtungen (auch als Ressource-Plattform bezeichnet) an einen übergeordneten Kontrollrechner angeschlossen werden, der auch als "Service-Node-Controller" (Master) bezeichnet wird. Der Master ist der die eigentlichen Steuerfunktionen ausführende Rechner, auf dem beispielsweise ein für Telefonanrufer zu realisierender Service programmiert ist. Der Begriff Service umfaßt im Rahmen der vorliegenden Erfindung z. B. eine Ablauflogik, die einem Anrufer einen bestimmten Dienst (z. B. einen durch Telefonsasteneingabe menügesteuerten Auskunftsdienst) zur Verfügung stellt. Üblicherweise ist eine Ressource-Plattform an das öffentliche Telefonnetz (Public Switched Telephone Network PSTN) angeschlossen und dient zur Realisierung einfacher Funktionen (wie Kurzansagen, Ausgabe oder Eingabebestätigung z. B. durch Tastenbetätigung erzeugter Daten). Ferner kann im Rahmen der Telekommunikation von der Ressource-Plattform auch die Meldung von über eine Vielzahl von Telefonleitungen bei der Plattform eingehender Anrufe an den Master gemeldet werden.

Für die Kommunikation zwischen Master und Slave sind Schnittstellendefinitionen erforderlich, die den Austausch von Meldungen zwischen Master und Slave regulieren. Dafür sind verschiedene Spezifikationen bekannt, wie beispielsweise von der Firma GTE Telephone Operations, 700 Hidden Ridge Irving, Texas, USA unter der Bezeichnung "Intelligent Peripheral Resource Platform Interface (IP-RPI)". Der Meldungs-austausch erfolgt üblicherweise auf der Basis von Netzwerkprotokollen, wobei das sog. Transport Control Protokoll (TCP)/Internet Protokoll (IP) weit verbreitet gefunden haben. Grundsätzlich können aber auch andere Protokolle benutzt werden. Die Kommunikation zwischen Master und Slave kann beispielsweise über ein Local Area Network (LAN) erfolgen. Nach der vorgenannten Spezifikation der Firma GTE sind für diese Netzwerkverbindungen (LAN-Verbindungen) keine Redundanzen vorgesehen. Dies wirkt sich bei einer Störung der LAN-Verbindung fatal auf die Kommunikation zwischen Master und Slave aus. Wird die LAN-Verbindung vorübergehend oder länger (beispielsweise durch Zerstörung des Verbindungskabels) unterbrochen, ist eine Kommunikation zwischen Master und Slave und damit z. B. bei einem Telekommunikationssystem die Annahme und Verarbeitung eingehender Telefonanrufe nicht mehr möglich.

Vor diesem Hintergrund ist es denkbar, sicherheitshalber eine zweite oder weitere LAN-Verbindungen (LAN-Redundanz) vorzuhalten, auf die bedarfsweise bei Störung der bisher benutzten LAN-Verbindung umgeschaltet werden kann. Die dazu erforderliche Prozedur ist jedoch verhältnismäßig aufwendig und muß systembedingt zumindest einen vorübergehenden Datenverlust in der Phase hinnehmen, in der die Fehlerhaftigkeit der bisher benutzten LAN-Verbindung erkannt, weiterverarbeitet und schließlich auf eine alternative LAN-Verbindung umgeschaltet wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Datenübertragungssystems mit einer besonders hohen Zuverlässigkeit vorzuschlagen, bei dem insbesondere bei Störung eines Datenübertragungsweges zwischen Master und Slave kein vollständiger Verlust von zu diesem Zeitpunkt verarbeiteten oder zu bearbeitenden Meldungen eintritt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Datenübertragungssystems mit einem aktiven Partner (Master) und einem passiven Partner (Slave) und mit mehreren parallelen Datenübertragungswegen, über die Meldungen zwischen Master und Slave ausgetauscht werden, die dazu jeweils als Sender oder Empfänger fungieren, wobei mehrere der Datenübertragungswege initialisiert und im Normalbetrieb zum Meldungs-austausch verwendet werden.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt als ein wesentlicher Aspekt das Prinzip zugrunde, eine Vielzahl von parallelen Datenübertragungswegen vorzusehen und mehrere oder alle von diesen im ungestörten Betriebsfall (Normalbetrieb) zum Meldungs-austausch zwischen Master und Slave zu verwenden. Durch diese Maßnahme können im Fall einer Störung eines oder mehrerer Datenübertragungswege zumindest noch Anteile des gesamten Meldungs-aufkommens unbeeinträchtigt weiterhin ausgetauscht werden.

Eine diesbezüglich vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß eine mit einer individuellen Kennung versehene, zu übertragende Meldung sendeseitig entsprechend der Anzahl verwendeter Datenübertragungswege vervielfältigt wird, annähernd gleichzeitig über alle verwendeten Datenübertragungswege übertragen wird und empfängerseitig aufgrund der Kennung als redundant übertragen erkannte Meldungen nicht verarbeitet oder ausgeführt werden. Weil die zu übertragende Meldung redundant über alle zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege übertragen wird, können Störungen einzelner Datenübertragungswege nicht zum Verlust der Meldung führen, solange zumindest ein Datenübertragungsweg störungsfrei arbeitet. Um empfängerseitig die redundanten Meldungen herausfiltern zu können, kann beispielsweise eine für jede Meldung spezifische Sequenznummer verwendet werden. Jede Meldung hat dazu eine eigene, individuelle Sequenznummer, die bei einer Anfrage/Antwort-Kommunikation zwischen Sender und Empfänger bei dem antwortenden Teil gespiegelt (dupliziert) werden muß, um eine eindeutige Zuordnung beim ursprünglichen Sender zu gewährleisten. Die Sequenznummern können z. B. in Listenform empfängerseitig abgelegt werden, um bei neu eingehenden Meldungen anhand deren Sequenznummer feststellen zu können, ob die Meldung bereits auf einem anderen Datenübertragungsweg übermittelt worden ist. Grundsätzlich ist auch eine andere eindeutige Identifikation der Meldungen als mit Hilfe ihrer Sequenznummern denkbar.

Eine diesbezüglich bevorzugte Verwaltung der eingehenden Meldungen kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch realisiert werden, daß empfängerseitig eine eingehende Meldung anhand ihrer Kennung mit einer Prüfliste, die die Kennungen innerhalb einer zurückliegenden Zeit eingegangener Meldungen enthält, daraufhin verglichen wird, ob eine Meldung mit identischer Kennung bereits empfangen worden ist, bei negativem Vergleichsergebnis die Meldung zur Weiterverarbeitung freigegeben und die Prüfliste durch entsprechenden Eintrag der Kennung dieser Meldung aktualisiert wird oder bei positivem Vergleichsergebnis die eingehende Meldung nicht zur Weiterverarbeitung freigegeben wird. Die Meldung kann auch eine bestimmte Zeit später automatisch oder nach Eintreffen der redundanten Meldung sofort aus der Liste gelöscht werden.

Um die vorbeschriebenen Verfahrensschritte bevorzugt in Form von Hardware (ASIC) zu realisieren, könnten dem Sender nachgeschaltet bzw. dem Empfänger vorgeschaltet entsprechende Schaltungen vorgesehen werden. Die sendeseitige Schaltung vervielfältigt automatisch die zunächst nur einfach von dem jeweiligen Sender bereitgestellte Meldung und bringt sie dann auf alle verwendeten Datenübertragungswege. In entsprechender Weise ist auf der Gegenseite (Empfänger) eine Schaltung zu installieren, die dort die redundant empfangenen Meldungen herausfiltert und die Meldungsströme wieder in einem einzigen Datenstrom bündelt.

Im Hinblick auf eine möglichst hohe Systemflexibilität und aus Kostengründen ist eine Verfahrensausgestaltung vorteilhaft, die durch Rechner-Programmschritte realisiert werden kann. Eine diesbezüglich bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß zu übertragende Meldungen sendeseitig nach einer Verteilvorschrift auf die verwendeten Datenübertragungswege verteilt werden, so daß über jeden verwendeten Datenübertragungsweg nur ein Anteil des gesamten Meldungsaufkommens übertragen wird. Auch hier werden alle zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege in die Bewältigung des Meldungsaustausches einbezogen. Dies läßt sich programmtechnisch beispielsweise auf der Empfängerseite dadurch realisieren, daß mittels an sich bekannter Programmbefehle ("select") von mehreren Eingängen (sockets) des Empfängers sequentiell in hoher Geschwindigkeit und damit quasiparallel gelesen wird. Sendeseitig und empfängerseitig ist dazu ein Verteiler ("scheduler") vorgesehen, der nach einem bestimmten Algorithmus die zu sendenden Meldungen auf alle angeschlossenen bzw. verwendeten Datenübertragungswege verteilt. Im einfachsten Fall kann der Algorithmus eine Round-Robin-Verteilung ("round robin") bewirken.

Ein besonders bevorzugter Algorithmus zur Auswahl des jeweils aktuell für eine Meldung benutzten Datenübertragungsweges ist:

$n = \text{Identifikator} \bmod (N)$ , wobei

mit  $n$  die Nummer des zu benutzenden Datenübertragungsweges bezeichnet ist,

Identifikator die Zuordnung einer Meldung zu einem Vorgang oder einer Transaktion ist und

$N$  die Anzahl zur Verfügung stehender Datenübertragungswege ist.

Als Identifikator von Meldungen z. B. im Bereich der Telekommunikation kann die jeweilige Nummer des Telefonkanals (Portnummer) dienen, über die der jeweilige Vorgang (Transaktion) z. B. beim Verbindungsaufbau abläuft.

Um besonders zuverlässig den Ausfall eines oder mehrerer Datenübertragungswege erkennen zu können, sieht eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung vor, daß in Zeitabständen vom Master über alle verwendeten Datenübertragungswege Testmeldungen mit Rückmeldungsanforderung an den Slave übertragen werden, masterseitig das Eintreffen der angeforderten Rückmeldungen überwacht und derart ausgewertet wird, daß bei ausbleibenden Rückmeldungen der zugeordnete Übertragungsweg als vorläufig nicht weiter nutzbar deklariert wird und die Deklaration von nicht nutzbaren und/oder nutzbaren Datenübertragungswegen an den Slave übermittelt wird.

Diese Ausgestaltung der Erfindung trägt dem Problem Rechnung, daß der Slave nicht ohne weiteres aus – innerhalb einer vorgegebenen Zeit – ausbleibenden Testmeldungen auf eine Störung des zugeordneten Datenübertragungsweges schließen kann. Ein vermeintliches Ausbleiben der Testmeldungen innerhalb der vorgegebenen Zeit kann nämlich auch darauf beruhen, daß die Frequenz der Testmeldungen – als änderbarer Parameter des Masters – vermindert worden ist, der Testbetrieb aber an sich störungsfrei funktioniert.

Deshalb ist vorteilhafterweise die Übermittlung von Informationen beispielsweise in Listenform über die jeweils aktuell verwendbaren, d. h. aktiven Datenübertragungswege vorgesehen. Diese Informationsübermittlung von dem Master an den Slave kann als extra Meldung erfolgen oder besonders vorteilhaft zusammen mit den Testmeldungen erfolgen. Nach Empfang der jeweils aktualisierten Deklaration sperrt der Slave für von ihm abzugebende Meldungen die jeweiligen als nicht nutzbar deklarierten Übertragungswege.

Eine übereinstimmende bzw. kompatible Identifizierung und Bezeichnung der Datenübertragungswege auf Seiten des Masters einerseits und des Slaves andererseits kann durch einfache Konfiguration des Masters und des Slaves festgelegt werden. Die zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege können in aufsteigender Reihenfolge mit ganzen Zahlen durchnummeriert werden, so daß die zu übermittelnde Deklaration oder Liste der nutzbaren Datenübertragungswege eine Reihe von ganzen Zahlen ist; die jeweils gestörten, nicht nutzbaren Datenübertragungswege sind mit ihrer Nummer in der Liste dann nicht enthalten.

Eine noch schnellere Reaktionsmöglichkeit bei einem Ausbleiben von Testmeldungen ist durch den Slave nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch möglich, daß in Zeitabständen vom Master annähernd gleichzeitig über alle verwendeten Datenübertragungswege dieselbe Testmeldung mit Rückmeldungsanforderung an den Slave übertragen wird, vom Slave bei erstmaligem Empfang der Testmeldung über einen ersten der Datenübertragungswege die übrigen verwendeten Datenübertragungswege daraufhin überwacht werden, ob auch auf diesen dieselbe Testmeldung eingeht und nach Ablauf einer von dem erstmaligen Empfang an laufende Wartefrist diejenigen Datenübertragungswege vom Slave als vorläufig nicht weiter nutzbar klassifiziert werden, auf denen innerhalb der Wartefrist dieselbe Testmeldung nicht eingegangen ist.

In diesem Fall wird über jeden Datenübertragungsweg dieselbe Testmeldung übermittelt, so daß der Slave eine Auswertung der Testmeldungen (bevorzugt innerhalb eines Zeitrahmens) vornehmen kann. So kann beispielsweise nach erstmaligem Empfang einer speziellen Testmeldung ein Zeitglied gesetzt werden, nach dessen Ablauf bei Ausbleiben weiterer identischer, über andere Datenübertragungswege erwarteter Testmeldungen angenommen wird, daß der betreffende Datenübertragungsweg nicht funktionstüchtig ist. Hier erfolgt also die bedarfsweise (vorübergehende) Sperrung des Datenübertragungsweges durch den Slave selbst.

Außerdem erwartet der Master seinerseits nach Aussenden der Testmeldungen innerhalb einer kurzen Zeitspanne die angeforderten Rückmeldungen; bleiben diese auf einem oder mehreren Datenübertragungswegen aus, sperrt auch der Master in entsprechender Weise die jeweiligen Datenübertragungswege. Ein Vorteil dieser Variante liegt darin, daß der Slave nicht auf die Übermittlung der zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege angewiesen ist. Selbstverständlich sind auch alternative oder kombinierte Anwendungen der vorstehend beschriebenen Überprüfungsverfahren möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend beispielhaft anhand einer Zeichnung weiter beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 ein Datenübertragungssystem.

Fig. 2 eine Verteilungsmöglichkeit für zu übertragende Meldungen auf verschiedene Datenübertragungswege.

Fig. 3 ein Beispiel für die Überwachung der verwendeten Datenübertragungswege nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Fig. 4 eine Erkennungsmöglichkeit eines gestörten Da-

tenübertragungsweges im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt ein Datenübertragungssystem mit einem aktiven Partner MA (Master) und einem passiven Partner SL (Slave). Zwischen Master und Slave ist eine bidirektionale Kommunikation (Meldungs- oder Datenaustausch) über mehrere parallele Datenübertragungswege LAN0, LAN1 möglich. Im Ausführungsbeispiel sind der Übersichtlichkeit halber lediglich zwei Datenübertragungswege gezeigt; selbstverständlich können auch mehr Datenübertragungswege initialisiert sein. Betriebsgemäß tauschen Master und Slave eine Vielzahl von Meldungen über die initialisierten und eingerichteten Datenübertragungswege aus (die Initialisierung und Aktivierung ist durch "\*" gekennzeichnet). Dabei fungieren Master und Slave jeweils wechselseitig als Sender S bzw. Empfänger E. An den Slave sind eine Vielzahl von eingangsseitigen Datenleitungen angeschlossen, über die Nachrichten von außen (z. B. ankommende Telefonanrufe) zum Slave gelangen können. Die Datenleitungen können beispielsweise Telefonleitungen TL sein und eine Vielzahl von Eingängen (Ports) beaufschlagen. Beispielshaft sind Ports P4 und P7 bezeichnet.

Zur nachfolgenden Erläuterung sei angenommen, daß der Master MA an den Slave SL eine Meldung M1 zu übermitteln hat. Die vom Master generierte Meldung M1 liegt zunächst nur einfach vor und wird in einem internen Duplizierer DUP dupliziert. Damit wird die Meldung M1 sowohl über den ersten Datenübertragungsweg LAN0 als auch über den zweiten Datenübertragungsweg LAN1 an den Slave übermittelt. Die Meldung M1 enthält eine Kennung K1, um die Identität der Meldung M1 empfängerseitig (also in dieser Situation auf Seiten des Slave) eindeutig feststellen zu können.

Um die mehrfach eingehenden duplizierten Meldungen nur beim ersten Eingang zu verarbeiten oder weiterzuleiten - beispielsweise an eine Applikation APP - werden slave-seitig die Kennungen der eingehenden Meldungen ausgewertet. Dazu werden alle eingehenden Meldungen mit ihrer Kennung in einer Prüfliste PL abgelegt. Beispielshaft sind in der Prüfliste PL die während eines Zeitraumes  $\Delta t$  zu betrachtenden Meldungen M0, M1 und MX mit ihren individuellen Kennungen K0, K1, KX dargestellt. Die Meldung M1 sei zuerst über den Datenübertragungsweg LAN0 bei dem Slave SL eingegangen und in die Prüfliste PL aufgenommen und außerdem an die Applikation APP weitergeleitet worden. Kurze Zeit später (betrachtet werden hier Zeiträume in der Größenordnung von Millisekunden bis Sekunden) sei die Meldung M1 erneut - diesmal über den Übertragungsweg LAN1 - beim Slave eingegangen. Die nur zur Unterscheidung als M1' bezeichnete Meldung wird von einem Vergleicherv V anhand ihrer Kennung K1 mit dem Inhalt der Prüfliste PL verglichen. Dabei wird anhand der Kennung K1 festgestellt, daß die Meldung M1 bereits eingegangen (und vorteilhafterweise auch sofort weitergeleitet) worden ist. Demgemäß unterbleibt eine Weiterverarbeitung oder Weiterleitung der Meldung M1'. Wäre die Meldung M1 noch nicht eingegangen, würde sie zu diesem Zeitpunkt erstmalig in die Prüfliste PL eingetragen und an die Applikation APP weitergeleitet.

Fig. 2 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die zu übertragenden Meldungen zwischen Master MA und Slave SL auf die zur Verfügung stehenden aktivierten und initialisierten Datenübertragungswege LAN0, LAN1 verteilt werden. Dazu wird eine Verteilungsvorschrift VVS angewendet, die beispielsweise die Meldungen nach ihrer Zugehörigkeit zu einer Transaktion mittels der Portkennung verteilt. Beispielshaft sind Meldungen M1 bis M4 angedeutet, die in einem Verteiler VT gemäß

der Verteilungsvorschrift VVS:  $n = pn \bmod N = pn \bmod 2$  verteilt werden. Dabei gibt pn die Portnummer (hier 1 bis 4) der Meldung an und N bezeichnet die Anzahl der zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege (hier:  $N = 2$ ); n ist die Nummer des für die jeweilige Meldung zu benutzenden Datenübertragungsweges. Alle Meldungen, die im Zusammenhang mit einer Transaktion - z. B. dem Telefonanruf über eine Leitung (z. B. Nr. 4) - stehen, erhalten als Identifikator die Nummer (z. B. 4) der Leitung (Port).

Nach der Modulfunktion ist beispielsweise für die Meldung M3 (dem Port 3 zugeordnet) folgende Beziehung gegeben:

$$3 \bmod 2 = 1;$$

für die Meldung M4 (dem Port 4 zugeordnet) ergibt sich:

$$4 \bmod 2 = 0.$$

Die nach dieser Funktion sich ergebenden Zuordnungen von 1 bzw. 0 finden entsprechende Zuordnung zu den Datenübertragungswegen, so daß alle Meldungen mit der Verteilerfunktion 0 dem Übertragungsweg LAN0 und mit 1 dem Übertragungsweg LAN1 zugeordnet werden. Mit dieser Verteilungsfunktion ist insbesondere bei mehr als zwei Datenübertragungswegen eine sehr elegante gleichmäßige Verteilung gegeben.

Zur regelmäßigen Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Datenübertragungswege werden nach der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in vorgegebenen Zeitabständen T (vgl. Fig. 3) vom Master MA über alle verwendeten Datenübertragungswege LAN0, LAN1 Testmeldungen ("Heartbeats") HB mit einer jeweiligen Rückmeldungsanforderung Req an den Slave SL übertragen. Bei Eingang der jeweiligen Testmeldung HB\_Req sendet der Slave vorzugsweise auf demselben Datenübertragungsweg die angeforderte Rückmeldung HB\_Resp zurück. Masterseitig wird das Eintreffen der angeforderten Rückmeldungen überwacht und ausgewertet. Dabei wird vorzugsweise eine Wartezeit vorgegeben, innerhalb derer die Rückmeldungen eingehen müssen, um den jeweiligen Übertragungsweg als nutzbar zu deklarieren. Bleiben innerhalb der Wartezeit die angeforderten Rückmeldungen eines oder mehrerer Datenübertragungswege aus, wird der jeweilige Datenübertragungsweg als vorläufig nicht weiter nutzbar deklariert. Diese Deklaration wird beispielsweise in Form einer aktuellen Nutzliste LI0 aufbereitet und über die Übertragungswege LAN0 und LAN1 an den Slave SL übermittelt. Vorzugsweise kann diese Deklaration zusammen mit den Testmeldungen übermittelt werden. Nach Ablauf eines weiteren Zeitabstandes T werden erneut Testmeldungen mit Rückmeldungsanforderung an den Slave übertragen, so daß die Deklarationen periodisch aktualisiert werden.

In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Datenübertragungswege unbeeinträchtigt und somit beide als funktionsfähig gekennzeichnet (LI0(LAN0, LAN1)).

Dieser Zustand ist in Fig. 3 am Anfang eines zeitlichen Ablaufdiagramms ebenfalls dargestellt. Dabei ist auf der linken Seite der Meldungs-austausch über den Übertragungsweg LAN0 und auf der rechten Seite über den Übertragungsweg LAN1 dargestellt. Zunächst sendet der Master MA wie beschrieben auf dem Datenübertragungsweg LAN0 eine Testmeldung mit Rückmeldungsanforderung HB\_Req an den Slave SL. Dieser antwortet erwartungsgemäß mit der Rückmeldung HB\_Resp. Demgemäß übermittelt der Master an den Slave über den Datenübertragungsweg LAN1 anschließend die Testmeldung HB\_Req(0), an die bereits die

Information angehängt ist, daß der Übertragungsweg LAN0 funktionstüchtig ist. In Fig. 3 ist dies durch den Anhang {0} angedeutet.

Auch hier antwortet der Slave über den Übertragungsweg LAN1 mit der erwarteten Rückmeldung HB\_Resp, so daß bei nachfolgenden Überprüfungszyklen an die Testmeldung HB\_Req die Information angehängt ist, daß beide Datenübertragungswege LAN0, LAN1 funktionstüchtig sind (dargestellt durch {0,1}). In diesem Zustand können beispielsweise über den Port 4 bzw. Port 7 (Fig. 1) eingehende Anrufe bearbeitet werden ("Call Processing").

Zur weiteren Erläuterung sei nunmehr angenommen, daß im weiteren Verfahrensverlauf eine Störung des Übertragungsweges LAN0 eintritt. Bei der nächsten routinemäßigen Testmeldung HB\_Req erfolgt über den Übertragungsweg LAN0 nicht die erwartete Rückmeldung HB\_Resp. Dagegen liegt über den Übertragungsweg LAN1 auf die Testmeldung HB\_Req hin die erwartete Rückmeldung HB\_Resp vor. Ggf. kann ein erneuter Fehlversuch abgewartet oder der Übertragungsweg LAN0 sofort als nicht nutzbar deklariert werden. Die Testmeldung mit angehängter Deklaration HB\_Req{1} über die nutzbaren Datenübertragungswege enthält daher nur noch den Übertragungsweg LAN1 (dargestellt durch {1}). Damit ist vorübergehend ein ungestörter Ablauf aller Bearbeitungen nur noch für die ungeradzahli- gen, dem Übertragungsweg LAN1 zugeordneten Ports möglich. Im Beispiel nach Fig. 2 z. B. also für M1, M3. Da nun der Übertragungsweg LAN0 als gesperrt bzw. nicht nutzbar deklariert ist, werden nun auch alle Meldungen mit geradzahligem Identifikator (Portkennung) (z. B. M2, M4, vgl. Fig. 2) über den Datenübertragungsweg LAN1 geleitet.

Wie im unteren Teil der Fig. 3 dargestellt, werden die Testmeldungen routinemäßig weiter in vorgegebenen Zeitabständen T ausgegeben, wobei im Ausführungsbeispiel nunmehr auch wieder über den Datenübertragungsweg LAN0 die angeforderte Rückmeldung HB\_Resp eingeht, so daß anschließend wieder beide Datenübertragungswege LAN0 und LAN1 als verfügbar gekennzeichnet und dem Slave als verfügbar mitgeteilt werden. Demgemäß werden die Meldungen wieder auf beide Übertragungswege verteilt.

Fig. 4 zeigt eine Variante, bei der in den Zeitabständen T (vgl. Fig. 3) vom Master MA annähernd gleichzeitig über alle Datenübertragungswege LAN0, LAN1 dieselbe Testmeldung HB\_Req mit Rückmeldungsanforderung an den Slave SL übertragen wird. Vom Slave SL werden bei erstmaligem Empfang der Testmeldung, die über einen ersten verwendeten Datenübertragungsweg LAN0 eingegangen ist, die übrigen verwendeten Datenübertragungswege LAN1 daraufhin überwacht, ob auch auf diesen dieselbe Testmeldung HB\_Req eingeht. Nach Ablauf einer Wartefrist TW werden diejenigen Datenübertragungswege LAN1 vom Slave SL als vorläufig nicht weiter nutzbar klassifiziert, auf denen innerhalb der Wartefrist TW nicht dieselbe Testmeldung HB\_Req eingegangen ist. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 trifft dies für den Datenübertragungsweg LAN1 zu, der durch eine Störung ST unterbrochen ist. Aufgrund der Störung ST hat den Slave SL die Testmeldung über diesen Datenübertragungsweg LAN1 innerhalb der Wartefrist TW nicht erreicht. Deshalb kennzeichnet der Slave SL selbst diesen Datenübertragungsweg bis auf weiteres als nicht nutzbar bzw. gesperrt. Vom Slave werden deshalb über diesen Datenübertragungsweg LAN1 bis auf weiteres keine Meldungen mehr abgesetzt. Dagegen erreicht die von dem Slave über den Datenübertragungsweg LAN0 abgesetzte Rückmeldung HB\_Resp den Master MA. Auf den anderen Datenübertragungswegen LAN1 erreicht den Master MA dagegen keine Rückmeldung. Somit gelangt auch der Master MA kurze Zeit später auf denselben Kenntnisstand hin-

sichtlich der zur Verfügung stehenden Datenübertragungswege wie der Slave SL. Der Vorteil dieser Variante liegt darin, daß der Master den Slave nicht erst mit einer Liste der zur Verfügung stehenden Verbindungen versorgen muß. Diese Variante kann mit den vorgenannten Algorithmen und Überprüfungsverfahren kombiniert werden.

Ein erheblicher Aspekt der Erfindung ist also darin zu sehen, daß bei einer - vorzugsweise gleichen - Verteilung der zu übertragenden Meldungen über n Datenübertragungswege im Falle einer Störung von m Datenübertragungswegen nur ein Anteil von m/n Meldungen ausfällt. Für den gezeigten Fall einer zweigleisigen Datenübertragung fallen in vorteilhafter Weise kurzfristig nur alle Ports mit geradzahli- ger bzw. ungeradzahli- ger Portnummer aus, bis der Master bzw. der Slave den Ausfall bemerkt, die gestörte Verbindung sperren und auf die noch funktionierenden Datenübertragungswege umleiten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Datenübertragungssystems
  - mit einem aktiven Partner (Master) (MA) und einem passiven Partner (Slave) (SL) und
  - mit mehreren parallelen Datenübertragungs- wegen (LAN0, LAN1), über die Meldungen (M1, M2 ... M4) zwischen Master und Slave aus- getauscht werden, die dazu jeweils als Sender (S) oder Empfänger (E) fungieren,
  - wobei mehrere der Datenübertragungswege (LAN0, LAN1) initialisiert und im Normalbetrieb zum Meldungs- austausch verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
  - eine mit einer individuellen Kennung (K1) ver- sehene, zu übertragende Meldung (M1) sendeseitig entsprechend der Anzahl (2) verwendeter Da- tenübertragungswege (LAN0, LAN1) vervielfäl- tigt wird,
  - annähernd gleichzeitig über alle verwendeten Datenübertragungswege (LAN0, LAN1) übertra- gen wird und
  - empfängerseitig aufgrund der Kennung (K1) als redundant übertragen erkannte Meldungen (M1') nicht ausgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem
  - empfängerseitig eine eingehende Meldung (M1) anhand ihrer Kennung (K1) mit einer Prüfliste (PL), die die Kennungen (K0, K1, KX) inner- halb einer zurückliegenden Zeit ( $\Delta t$ ) eingegan- ger Meldungen (M0, M1, MX) enthält, daraufhin verglichen wird, ob eine Meldung (M1) mit iden- tischer Kennung (K1) bereits empfangen worden ist,
  - bei negativem Vergleichsergebnis die Meldung (M1) zur Weiterverarbeitung (APP) freigegeben und die Prüfliste (PL) durch entsprechenden Ein- trag der Kennung (K1) dieser Meldung (M1) ak- tualisiert wird, oder
  - bei positivem Vergleichsergebnis die einge- hende Meldung (M1') nicht zur Weiterverarbei- tung (APP) freigegeben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
  - zu übertragende Meldungen (M1 ... M4) sen- deseitig nach einer Verteilvorschrift (VVS) auf die verwendeten Datenübertragungswege (LAN0, LAN1) verteilt werden, so daß über jeden verwen- deten Datenübertragungsweg nur ein Anteil des gesamten Meldungs- aufkommens übertragen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Verteilungsvorschrift (WS) lautet:

$n = \text{Identifikator} \bmod(N)$ , wobei

– mit  $n$  die Nummer des zu benutzenden Datenübertragungswegs bezeichnet ist, 5

– Identifikator eine Nummer zur Zuordnung der Meldung zu einem Vorgang oder einer Transaktion ist und

–  $N$  die Anzahl zur Verfügung stehender Datenübertragungswege ist. 10

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem

– in Zeitabständen ( $T$ ) vom Master (MA) über alle verwendeten Datenübertragungswege Testmeldungen (HB\_Req) mit Rückmeldungsanforderung an den Slave (SL) übertragen werden, 15

– masterseitig das Eintreffen der angeforderten Rückmeldungen (HB\_Resp) überwacht und derart ausgewertet wird, daß bei ausbleibenden Rückmeldungen (HB\_Resp) der zugeordnete Übertragungsweg (LAN1) als vorläufig nicht weiter nutzbar deklariert wird 20

– und die Deklaration (LI0) von nicht nutzbaren und/oder nutzbaren Datenübertragungswegen an den Slave (SL) übermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem 25

– die Deklaration {0,1} zusammen mit den Testmeldungen (HB\_Req) übermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem

– in Zeitabständen ( $T$ ) vom Master (MA) annähernd gleichzeitig über alle verwendeten Datenübertragungswege (LAN0, LAN1) dieselbe Testmeldung mit Rückmeldungsanforderung an den Slave übertragen wird, 30

– vom Slave bei erstmaligem Empfang der Testmeldung über einen ersten der Datenübertragungswege (LAN0) die übrigen verwendeten Datenübertragungswege (LAN1) daraufhin überwacht werden, ob auch auf diesen dieselbe Testmeldung eingeht und 35

– nach Ablauf einer von dem erstmaligen Empfang an laufende Wartefrist (TW) diejenigen Datenübertragungswege (LAN1) vom Slave (SL) als vorläufig nicht weiter nutzbar klassifiziert werden, auf denen innerhalb der Wartefrist (TW) dieselbe Testmeldung nicht eingegangen ist. 40 45

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -



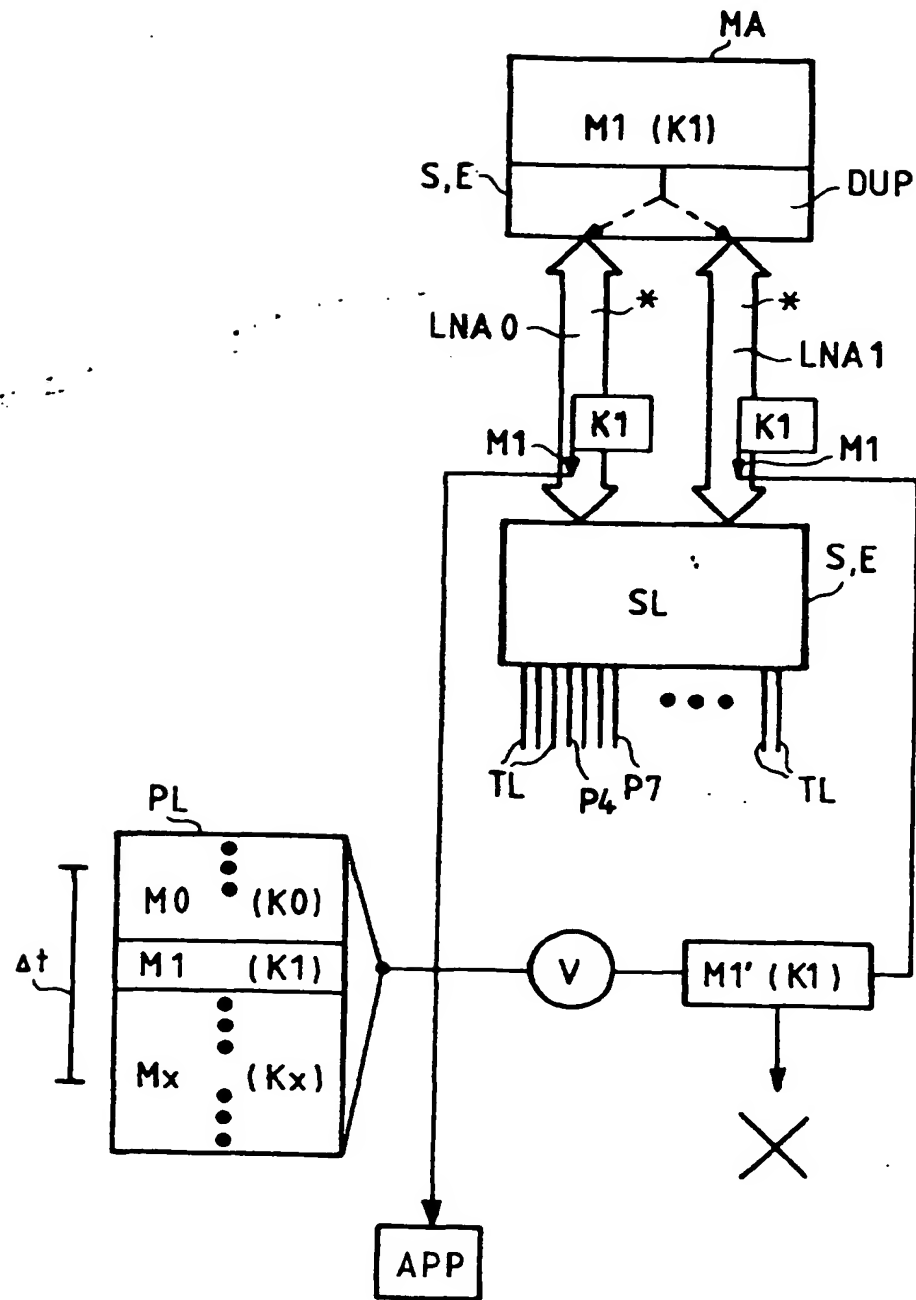
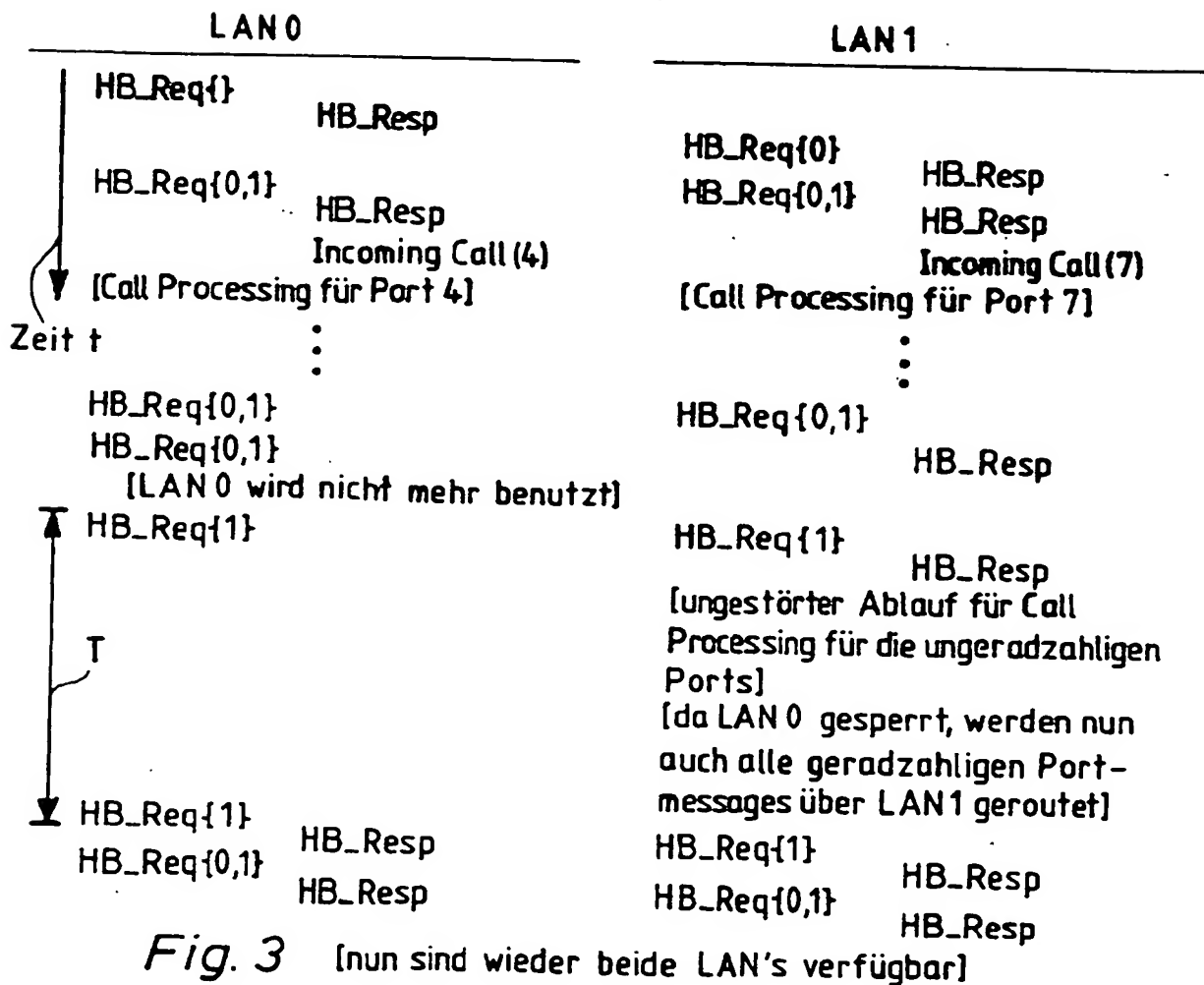
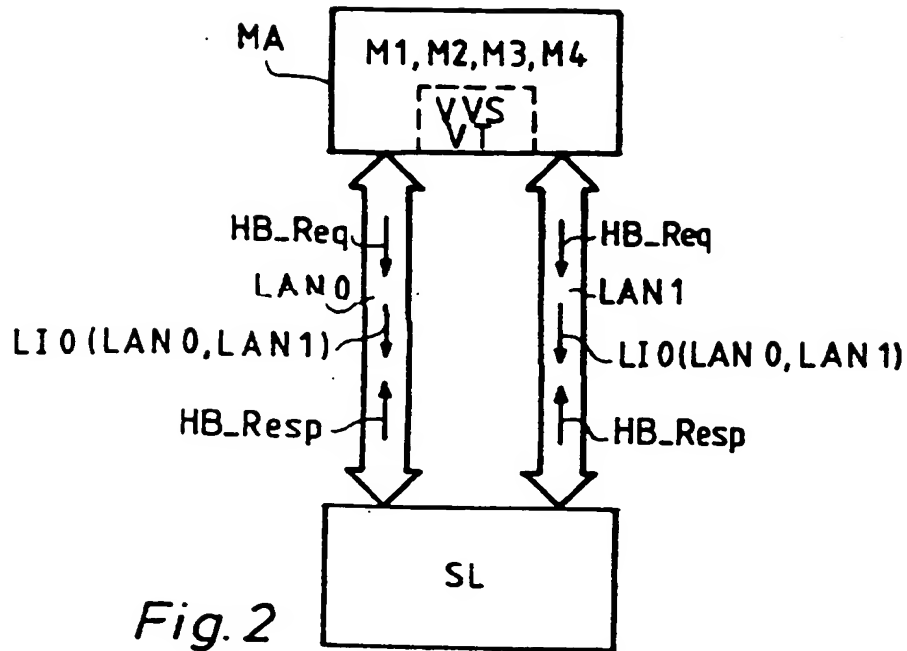


Fig. 1



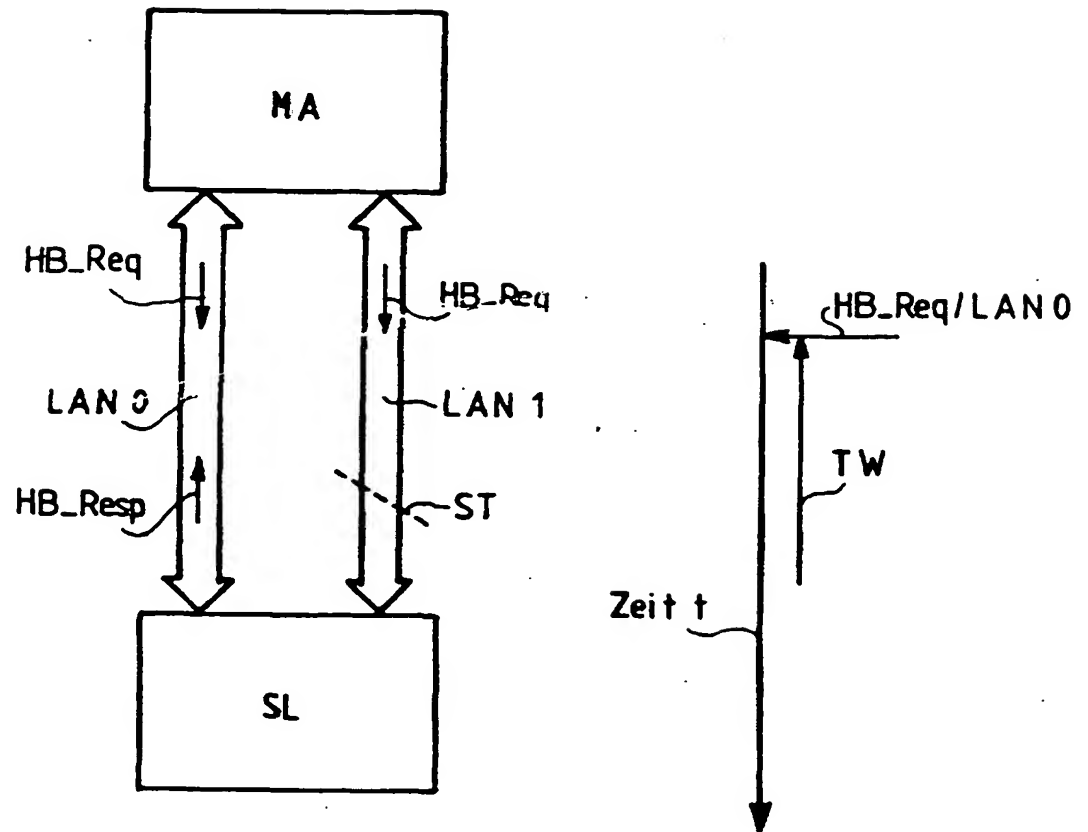


Fig. 4